

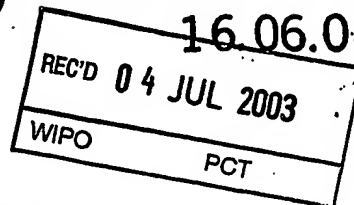
Rec'd PCT/PTO 13 DEC 2004

PCT/JP03/07606

16.06.03

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE



10/517701

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 6月14日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-174757

[ST.10/C]:

[JP2002-174757]

出 願 人
Applicant(s):

日本板硝子株式会社

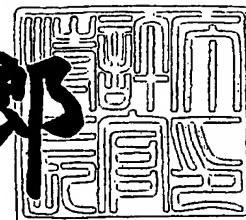
**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3032298

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P109

【提出日】 平成14年 6月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/32

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本板硝子株式会社内

 【氏名】 浜中 賢二郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000004008

 【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100085257

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小山 有

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 038807

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0102036

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光デバイスユニット、光デバイス及びマイクロレンズアレイ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の光ファイバから出射した光がレンズで集光されて反射型光素子方向に向かい、この反射型光素子で前記第1の光ファイバから出射した光またはその一部が反射され、この反射した光がレンズで集光されて第2の光ファイバに入射する光デバイスユニットにおいて、前記レンズはそれぞれの光ファイバに対応した第1及び第2のレンズからなり、また前記第1及び第2の光ファイバの光軸間距離は前記第1及び第2のレンズの光軸中心間距離より大きく、且つ第1の光ファイバの光出射端と第1のレンズの光軸中心と反射型素子の反射点は一直線状に配置され、また反射型素子の反射点と第2のレンズの光軸中心と第2の光ファイバの入射端は一直線状に配置されていることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項2】 請求項1に記載の光デバイスユニットにおいて、前記光ファイバは多モード光ファイバであり、第1の光ファイバの光出射端と反射型光素子の反射点、また第2の光ファイバの光入射端と反射型光素子の反射点とがそれぞれ幾何光学的な共役関係にあることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項3】 請求項1に記載の光デバイスユニットにおいて、前記光ファイバは単一モード光ファイバであり、第1の光ファイバの光出射端、反射型光素子の反射点、また第2の光ファイバの光入射端のいずれの位置にもガウシアンビームのビームウェストが形成されることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項4】 請求項1に記載の光デバイスユニットにおいて、前記レンズは軸外収差を補正する手段を備えていることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項5】 請求項4に記載の光デバイスユニットにおいて、前記軸外収差を補正する手段は、レンズの直交する2軸の光学的パワーを変化させた形状であることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項6】 請求項1に記載の光デバイスユニットにおいて、前記反射型光素子は分波フィルタ、可動鏡または光検出器のいずれかであることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項7】 請求項1乃至請求項6に記載の光デバイスユニットが1次元または2次元状に複数個連設されていることを特徴とする光デバイス。

【請求項8】 透明基板の表面に複数のレンズ部を形成してなるマイクロレンズアレイにおいて、前記レンズ部は2つのレンズが対をなし、この対をなすレンズは、光軸方向から見て各レンズの中心を結ぶ線分の垂直二等分線に沿って切除されるとともにこの切除された部分を突き合わせた形状をなしていることを特徴とするマイクロレンズアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光分波モジュール、光アッド・ドロップモジュール、利得等化器、パワーモニターなどとして用いられる光デバイスユニット、この光デバイスユニットを複数個集合した光デバイス及び光デバイスユニットまたは光デバイスを構成するマイクロレンズアレイに関する。

【0002】

【従来の技術】

3端子モジュールの例として知られる光分波モジュールは、図11に示すように分波フィルタ100の両側に屈折率分布型ロッドレンズ101、102を配置し、光ファイバ103に波長($\lambda_1 + \lambda_2$)の光を入射し、この光を屈折率分布型ロッドレンズ101を介して分波フィルタ100に当て、波長(λ_1)の光については分波フィルタ100で反射しロッドレンズ101を介して光ファイバ104に入射せしめ、波長(λ_2)の光については分波フィルタ100を透過しロッドレンズ102を介して光ファイバ105に入射せしめるようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

図12は図11に示した光学系と等価な光学系を凸レンズを用いて示したものであり、斯かる光学系は、光ファイバ103、104、105とレンズ101、102との距離、レンズ101、102と分波フィルタ100との距離がともにレンズの焦点距離 f となるように設定している。

光ファイバは多くの場合、シリコンやガラスで作製された断面がV字状の平行な溝（所謂、平行溝）に配列固定される。このように光ファイバ103, 104が平行に配置されたとき、上記の光学系は反射光を最も効率よく光ファイバ104で受光するための構成、即ちテレセントリック光学系となっている。

【0004】

上述した従来の光学系において、光ファイバとレンズとの距離、レンズと分波フィルタ（光機能素子）との距離が焦点距離と異なる場合には、図13に示すように分波フィルタで反射した光の主光線がレンズの光軸に対して傾斜し、このため受光側の光ファイバをこれにしたがって傾斜させなければならないなどの不具合が生じる。

【0005】

即ち、反射光の主光線が傾斜するのを避けるためにテレセントリック光学系を構成しようとする、光ファイバーレンズ間距離とレンズ-光機能素子間距離とともにレンズの焦点距離にする必要があり、例えば、光機能素子の構造の都合などでレンズ-光機能素子間距離を長くする必要がある場合、長い焦点距離をもつレンズはその直径も大きくなるため、光学系の寸法が大きくなってしまうという難点がある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため本発明に斯かる光デバイスユニットは、第1の光ファイバから出射した光がレンズで集光されて反射型光素子方向に向かい、この反射型光素子で前記第1の光ファイバから出射した光またはその一部が反射され、この反射した光がレンズで集光されて第2の光ファイバに入射する光デバイスユニットであって、前記レンズをそれぞれの光ファイバに対応した第1及び第2のレンズにて構成し、また前記第1及び第2の光ファイバの光軸間距離は前記第1及び第2のレンズの光軸中心間距離より大きく、且つ第1の光ファイバの光出射端と第1のレンズの光軸中心と反射型素子の反射点は一直線状に配置され、また反射型素子の反射点と第2のレンズの光軸中心と第2の光ファイバの入射端は一直線状に配置された構成とした。

【0007】

このように、従来1個のレンズで構成していた部分を2個のレンズで構成し、これらレンズの光軸中心間距離と光ファイバの光軸間距離を適正に調整することで、従来のテレセントリック光学系の制約条件に制限されることなしに、光ファイバと反射型光学素子との結像倍率を広い範囲で設定できるため、自由度をもった光学設計が可能になる。

【0008】

本発明に係る光デバイスユニットにおいて、光ファイバとして多モード光ファイバを用いる場合には、第1の光ファイバの光出射端と反射型光素子の反射点、また第2の光ファイバの光入射端と反射型光素子の反射点とがそれぞれ幾何光学的な共役関係にあることが好ましく、また光ファイバとして単一モード光ファイバを用いる場合には、第1の光ファイバの光出射端、反射型光素子の反射点、また第2の光ファイバの光入射端のいずれの位置にもガウシアンビームのビームウェストが形成される構成にすることが好ましい。

【0009】

また、前記レンズは軸外収差を補正する手段を備えていることが好ましく、軸外収差を補正する手段としては、レンズの直交する2軸の光学的パワーを変化させた形状が考えられる。例えば、いわゆるトーリックレンズや、軸外の非点収差、コマ収差を補正するように設計、作製された回折光学素子(DOE)レンズなどが使用できる。

【0010】

尚、本発明における反射型光素子としては、例えば分波フィルタ、可動鏡または光検出器などが考えられる。

【0011】

また、本発明に係る光デバイスは上記の光デバイスユニットが1次元または2次元状に複数個連設された構成であり、斯かる光デバイス或いは光デバイスユニットのレンズとしては、マイクロレンズアレイが好適である。

【0012】

マイクロレンズアレイは、ガラス基板などの透明基板の表面に多数の凸レンズ

を所定のパターンで形成したものであるが、本発明においては特に2つのレンズが対をなすように、その一部が切断され、切断された部分を突き合わせた形状のレンズ部とするのが好ましい。

尚、本発明に係るマイクロレンズアレイは上記の光デバイスユニット或いは光デバイス以外にも適用できるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る光デバイスユニットのうち2端子モジュールの構成図であり、(a)は多モード光ファイバを用い、(b)が単一モード光ファイバを用いた例である。

光デバイスユニットは、第1の光ファイバ1、第2の光ファイバ2、第1のレンズ3、第2のレンズ4及び反射型光素子5から構成され、第1の光ファイバ1から出射した光が第1のレンズ3で偏向されて反射型光素子5方向に向い、この反射型光素子5で前記第1の光ファイバ1から出射した光の全部またはその一部が反射され、この反射した光が第2のレンズ4で偏向されて第2の光ファイバ2に入射する。

【0014】

そして、本発明にあつては第1及び第2の光ファイバ1、2の光軸間距離 L_1 は第1及び第2のレンズ3、4の光軸中心間距離 L_2 より大きく、且つ第1の光ファイバ1の光出射端と第1のレンズ3の光軸中心と反射型素子5の反射点は一直線状になり、また反射型素子5の反射点と第2のレンズ4の光軸中心と第2の光ファイバ2の入射端も一直線状になっている。

【0015】

また、多モード光ファイバを用いた場合には、図1(a)に示すように、第1の光ファイバ1の光出射端と反射型光素子5の反射点、また第2の光ファイバ2の光入射端と反射型光素子5の反射点とがそれぞれ幾何光学的な共役関係となるように各要素間の距離を設定している。

【0016】

一方、単一モード光ファイバを用いた場合には、図1(b)に示すように、第

1の光ファイバ1の光出射端、反射型光素子5の反射点、及び第2の光ファイバ2の光入射端のいずれの位置にもガウシアンビームのビームウェストが形成されるように各要素間の距離を設定している。

【0017】

前記反射型光素子5としては、分波フィルタ、可動鏡、光検出器などが考えられる。

分波フィルタを用いた場合には、第1の光ファイバ1から複数の波長を含む光が入射した場合、特定の波長の光のみを第2の光ファイバ2に入射させることができ、微小電気機械式可動鏡(MEMSミラー)を用いた場合には、光路に可動鏡を出し入れすることで第2の光ファイバ2への入射光をオン・オフでき、表面反射率の高い光検出器を用いた場合には、低い損失で第1の光ファイバ1から第2の光ファイバ2への光の入射光量を監視することができる。

【0018】

尚、前記レンズ3、4は軸外収差を補正するために、レンズの直交する2軸の光学パワーを変化させた形状になっている。前述のトーリックレンズやDOEレンズがこれに相当する。

【0019】

図2は図1に示した光デバイスユニットを要素とする光デバイスの構成図であり、光デバイスは上記した光デバイスユニットを1次元または2次元状に複数個連設した構成となっている。光デバイスユニットは全て同一のものを連設してもよいが、異ならせてもよい。例えば、各光デバイスユニットの反射型光素子5として、異なる分波特性をもつ分波フィルタを配列すれば、入射側の各光ファイバ2…に異なる波長の光を入射させることができる。

【0020】

図1に示したように、光デバイスユニットを構成する一対のレンズ3、4の近接する部分はレンズとして有効に利用されていない。そこで、図3及び図3のA方向矢視図である図4に示すように、マイクロレンズアレイを作製する場合には、近接した部分を除去した形状、具体的には、光軸方向から見て対をなすレンズ3、4の中心を結ぶ線分の垂直2等分線に沿って切除し、この切除された部分を

突き合わせた形状にするようにしてもよい。

【0021】

図3および図4に示した光デバイスを構成するマイクロレンズアレイとしては、図5に示すように、ガラスなどの透明基板10の表面に高屈折率樹脂からなる第1及び第2のレンズ3、4を突状に形成した構成、或いは図6に示すように、透明基板10の表面に凹部を形成し、この凹部に高屈折率樹脂を充填して第1及び第2のレンズ3、4とする構成などが考えられる。

【0022】

図5に示す構造のマイクロレンズアレイを製造するには、例えばガラスなどの透明基板10の表面に高屈折率樹脂を盛り付け、盛り付けた高屈折率樹脂をガラス型などでプレス成形し、この後、紫外線あるいは熱によって高屈折率樹脂を硬化せしめる。

また、図6に示す構造のマイクロレンズアレイを製造するには、例えばガラスなどの透明基板10の表面にマスクを介してエッチングを施して凹部を形成し、この凹部に高屈折率樹脂を充填し、この後、紫外線あるいは熱によって高屈折率樹脂を硬化せしめる。

尚、マイクロレンズアレイを製造する方法は上記に限定されず、イオン交換法などでも可能である。

【0023】

次に、具体的な設計数値例を挙げて本発明に係る光デバイスを説明する。ここで、図7(a)は光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(b)は光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(c)は設計値の説明に供する図、図8(a)は図7に示した設計値のうち倍率とレンズ径の関係を示すグラフ、(b)は倍率と開口率の関係を示すグラフ、(c)は倍率とレンズ-光機能素子間距離の関係を示すグラフであり、また図9(a)は従来のテレセントリック光学系によって光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(b)は同じく光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(c)は設計値の説明に供する従来のテレセントリック光学系の図、図10(a)は図9に示した設計値のうちレンズ径と開口率との関係を示すグラフ、(b)

はレンズ径とレンズ-光機能素子間距離との関係を示すグラフ、(c)はレンズ径とビームウェスト径との関係を示すグラフである。

【0024】

図7において、通常光ファイバの径は $125\mu\text{m}$ であるので、光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とすることは、2本の光ファイバを密接させた状態（これ以上間隔を小さくすることはできない状態）を意味する。

そして、この場合にレンズ-光機能素子間距離 $L/2$ が与えられると、結像倍率 β およびレンズ径 PL が決められる。例えば図8(c)から、 $L/2=1\text{mm}$ の場合、 β は約4倍、 $L/2=2.5\text{mm}$ の場合、 β は約8.5倍が必要となり、この倍率に対応するレンズ径は、図8(a)から、それぞれ $PL=100\mu\text{m}$ 、 $112\mu\text{m}$ であり、10%強しか変化しない。換言すれば、本発明の光デバイスによれば、レンズ径をあまり変化させずにレンズ-光機能素子間距離を変化させることができ、光機能素子の都合によってレンズ-光機能素子間距離を長くさせなければならない場合などに有利である。

【0025】

また、図7において、光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とすると、図8(c)に示すように、同じ倍率でレンズ-光機能素子間距離 $L/2$ を約2倍に延ばすことができる。このことも光デバイスの設計における自由度が高くなることにつながる。

【0026】

一方、図9、図10に示すように、テレセントリック光学系の場合には、レンズ-光機能素子間距離 $L/2=f$ 、光ファイバ-レンズ間距離も f に固定され、設計の自由度が小さくなる。また、光ファイバ間距離 $125\mu\text{m}$ の光学系で、 $L/2=1\text{mm}$ とするとレンズ径は約 $500\mu\text{m}$ 、 $L/2=2.5\text{mm}$ ではレンズ径は約 1mm となり2倍も大きくする必要があり、装置全体の大型化につながる。

【0027】

【発明の効果】

以上に説明したように本発明によれば、結像光学系であるので、光学要素間の

距離の設定の自由度が大きく、利用範囲が広い。

また、光学要素間の間隔を等間隔且つ高精度に形成しやすく、高度な調芯技術が不要となる。

【0028】

特に、対をなすレンズの近接する部分を切除しレンズとして有効に作用する部分のみを集合させたマイクロレンズアレイとすることで、デバイスの小型化を達成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る光デバイスユニットのうち2端子モジュールの構成図であり、(a)は多モード光ファイバを用い、(b)が単一モード光ファイバを用いた例である。

【図2】

図1に示した光デバイスユニットを要素とする光デバイスの構成図

【図3】

光デバイスの別実施例を示す図2と同様の図

【図4】

図3のA方向矢視図

【図5】

図3に示した光デバイスを構成するマイクロレンズアレイの断面図

【図6】

マイクロレンズアレイの別実施例を示す断面図

【図7】

(a)は光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(b)は光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(c)は設計値の説明に供する図

【図8】

(a)は図7に示した設計値のうち倍率とレンズ径の関係を示すグラフ、(b)は倍率と開口率の関係を示すグラフ、(c)は倍率とレンズ-光機能素子間距

離の関係を示すグラフ

【図 9】

(a) は従来のテレセントリック光学系によって光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(b) は同じく光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(c) は設計値の説明に供する従来のテレセントリック光学系の図

【図 10】

(a) は図 9 に示した設計値のうちレンズ径と開口率との関係を示すグラフ、(b) はレンズ径とレンズ-光機能素子間距離との関係を示すグラフ、(c) はレンズ径とビームウェスト径との関係を示すグラフ

【図 11】

従来の光分波モジュールの構成図

【図 12】

図 11 に示した光学系と等価な光学系を凸レンズを用いて示した図

【図 13】

従来の光分波モジュールの問題点を説明した図

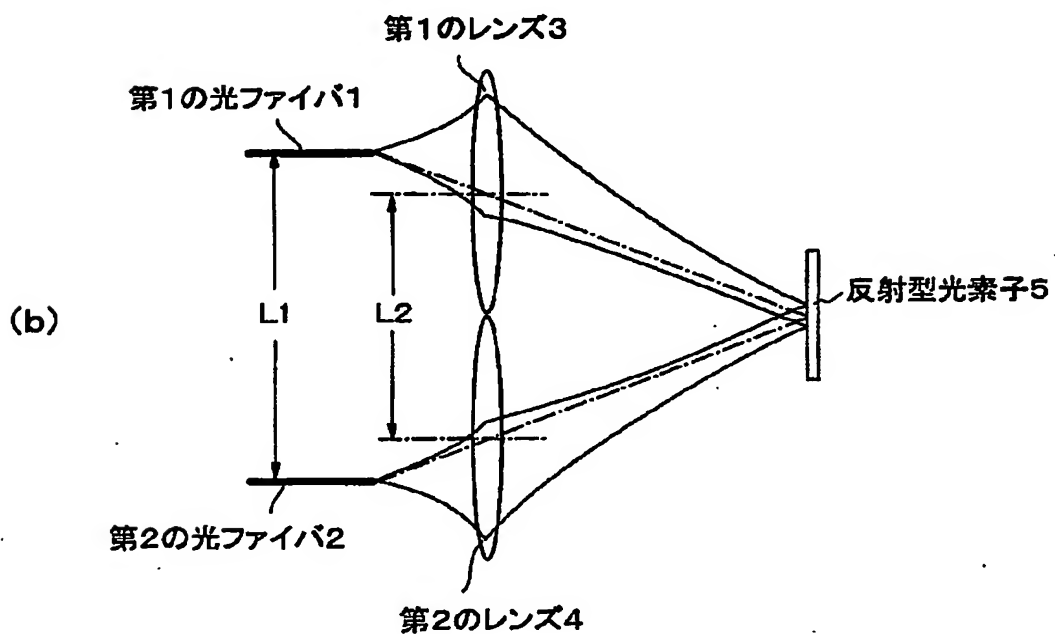
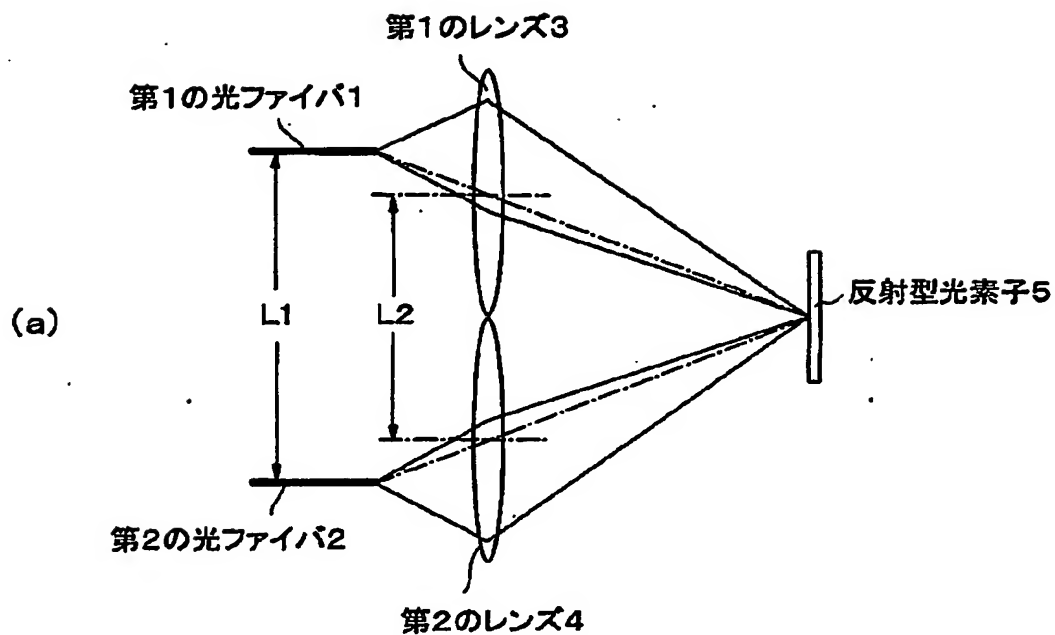
【符号の説明】

1…第 1 の光ファイバ、2…第 2 の光ファイバ、3…第 1 のレンズ、4…第 2 のレンズ、5…反射型光素子、6…第 3 の光ファイバ、10…透明基板、L1…第 1 及び第 2 の光ファイバ 1、2 の光軸間距離、L2…第 1 及び第 2 のレンズ 3、4 の光軸中心間距離。

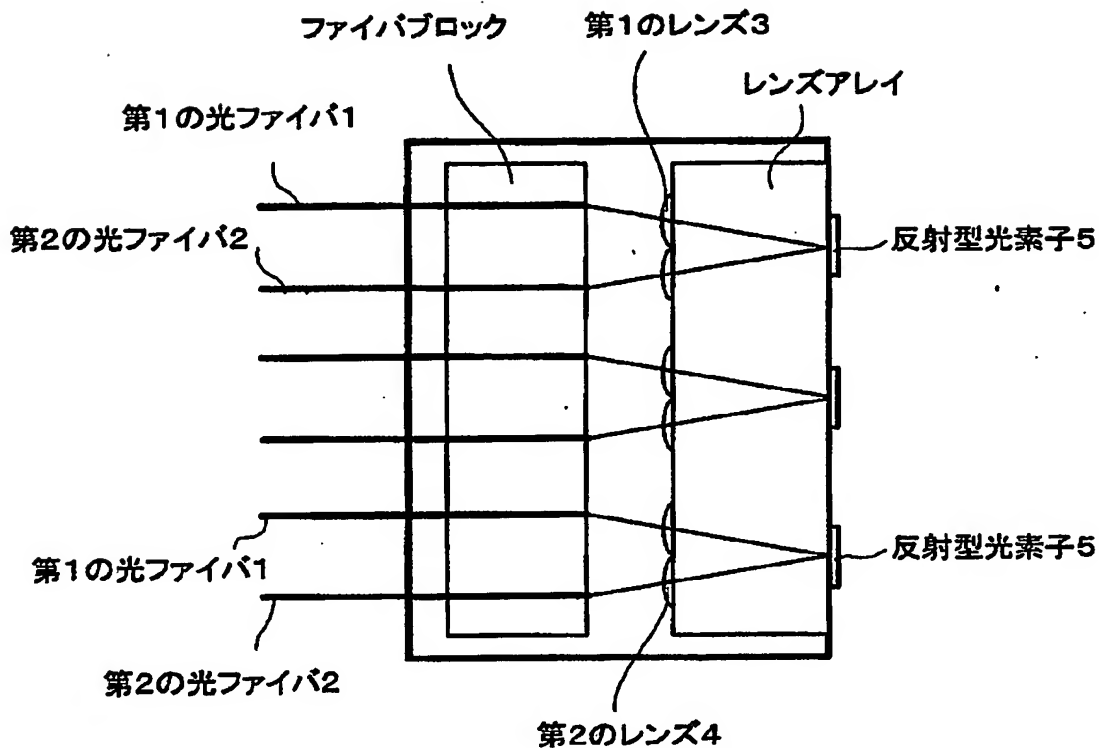
【書類名】

図面

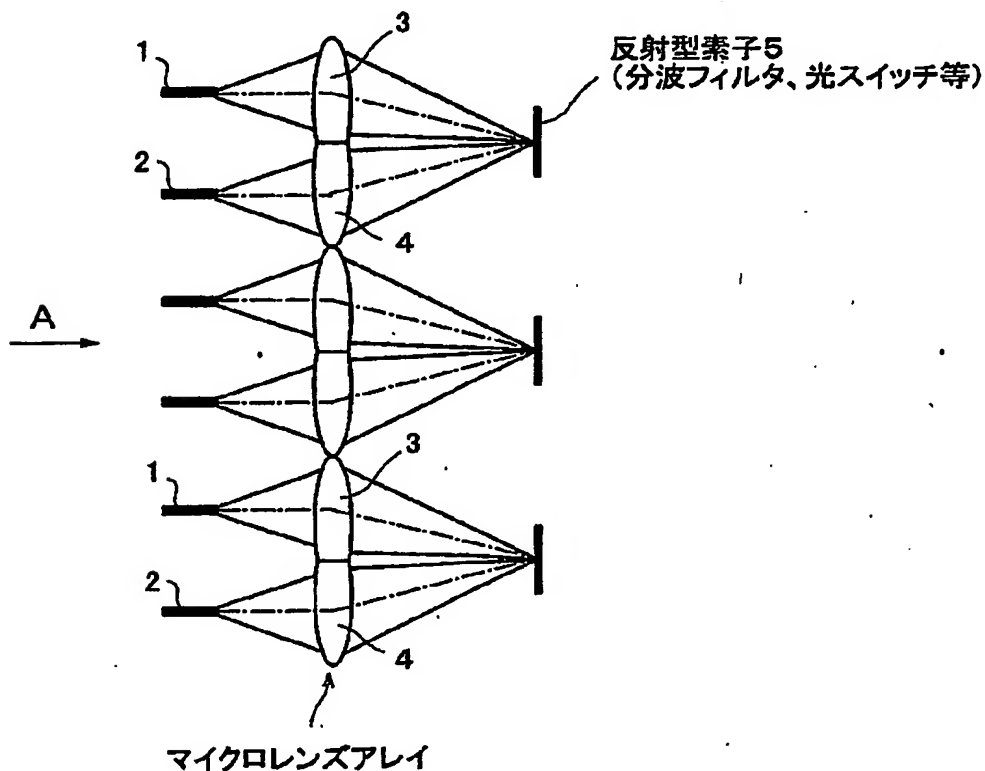
【図1】



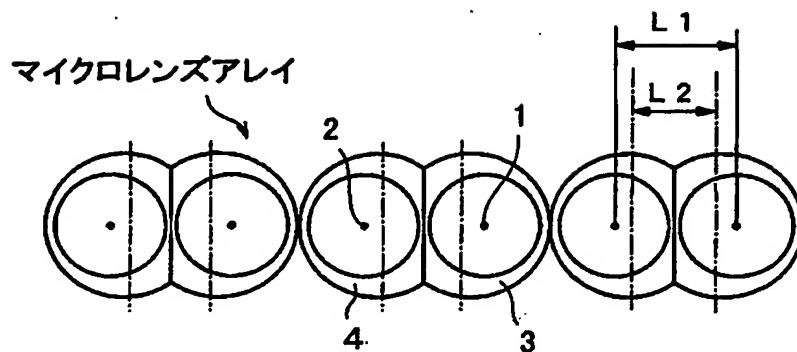
【図 2】



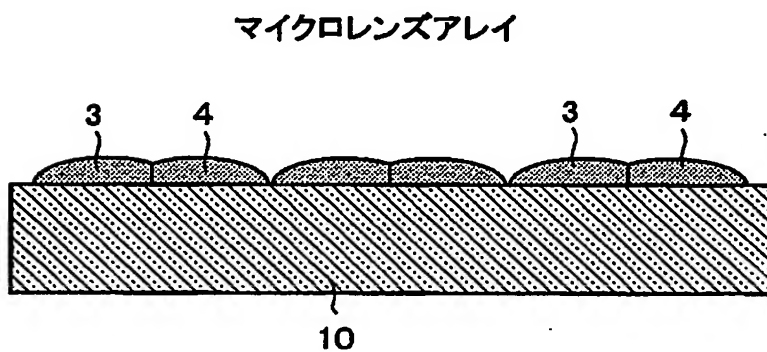
【図 3】



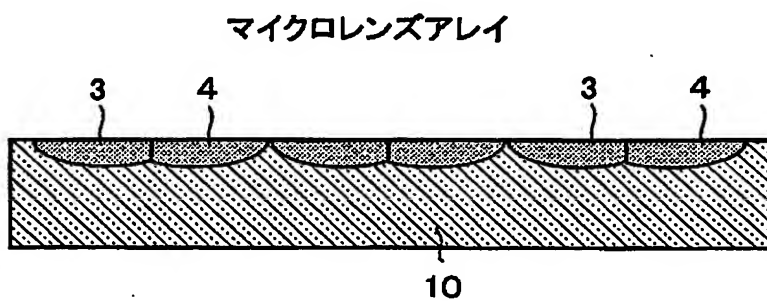
【図4】



【図5】



【図6】



【図 7】

pitch = 125 μ m

(a)

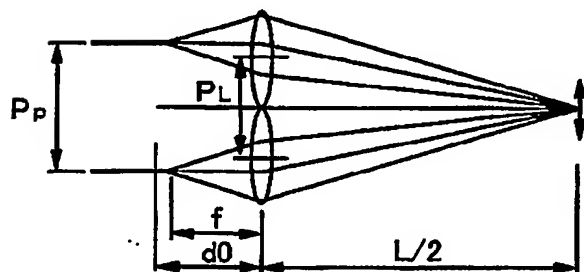
β	PL	d0	L/2	f	NA	θ
3	94	247	740	185	0.253	3.6
4	100	263	1053	211	0.238	2.7
5	104	274	1371	228	0.228	2.2
6	107	282	1692	242	0.222	1.8
7	109	288	2015	252	0.217	1.6
8	111	292	2339	260	0.214	1.4
9	113	296	2664	266	0.211	1.2

pitch = 250 μ m

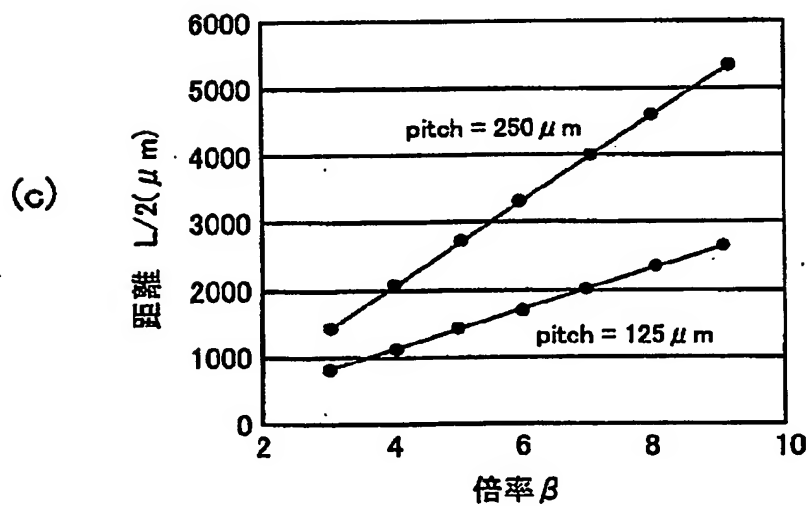
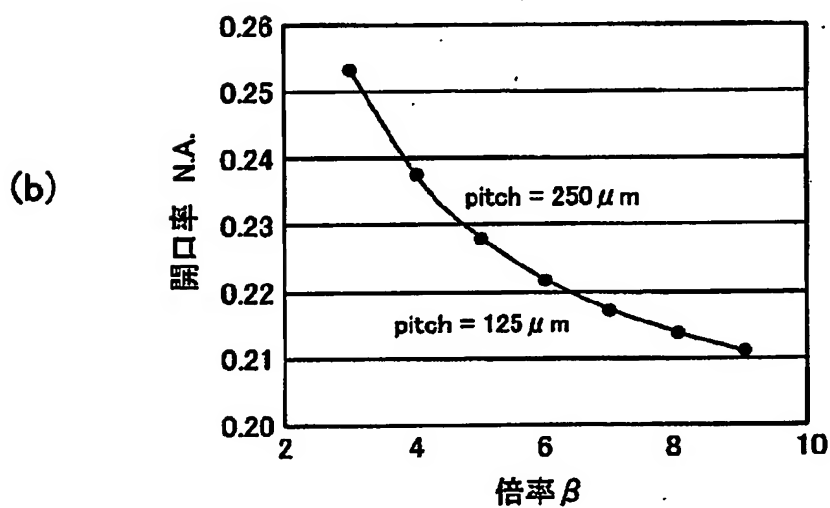
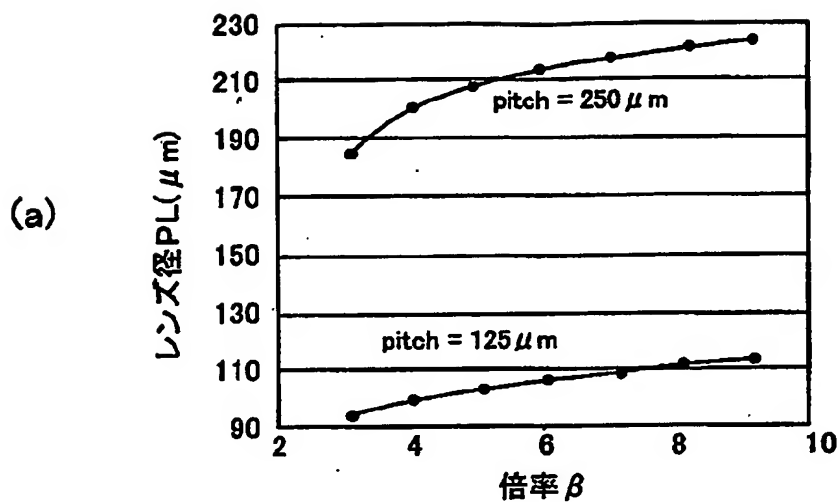
(b)

β	PL	d0	L/2	f	NA	θ
3	188	493	1480	370	0.253	3.6
4	200	526	2105	421	0.238	2.7
5	208	548	2741	457	0.228	2.2
6	214	564	3383	483	0.222	1.8
7	219	576	4030	504	0.217	1.6
8	222	585	4678	520	0.214	1.4
9	225	592	5329	533	0.211	1.2

(c)



【図 8】



【図 9】

pitch = 125 μ m

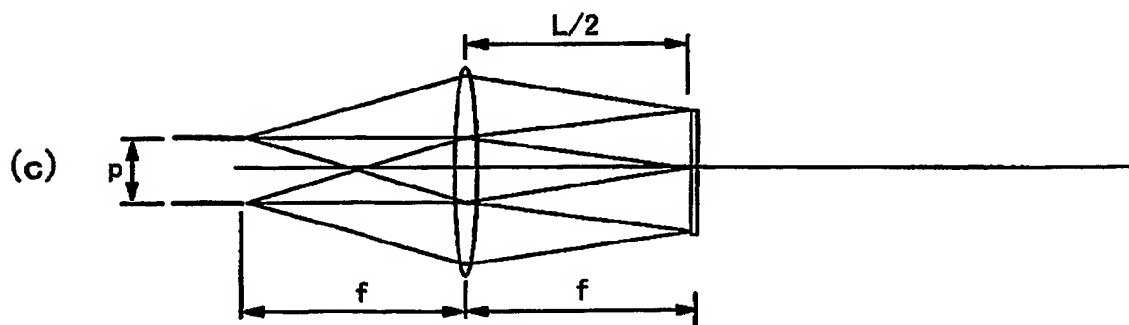
(a)

$f(\mu\text{m})$	$PL(\mu\text{m})$	NA	$\theta(\text{deg})$	$L/2(\mu\text{m})$	$2w1(\mu\text{m})$
360	250	0.347	9.85	360	67.7
720	375	0.260	4.96	720	135.3
1080	500	0.231	3.31	1080	203.0
1440	625	0.217	2.49	1440	270.7
1800	750	0.208	1.99	1800	338.3
2160	875	0.203	1.66	2160	406.0
2520	1000	0.198	1.42	2520	473.6

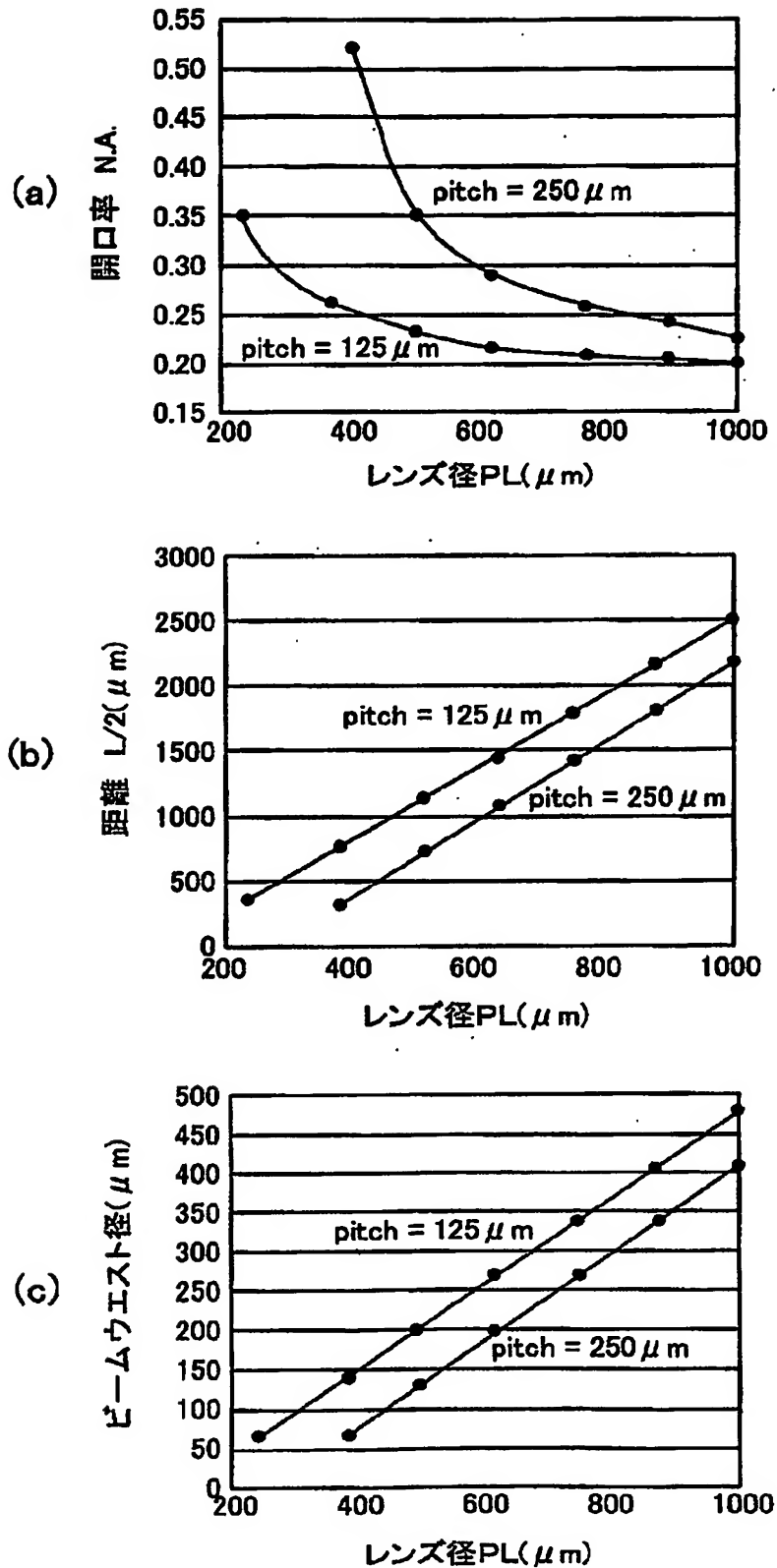
pitch = 250 μ m

(b)

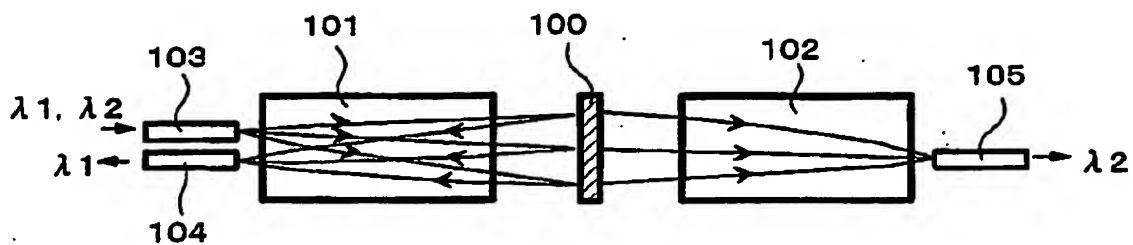
$f(\mu\text{m})$	$PL(\mu\text{m})$	NA	$\theta(\text{deg})$	$L/2(\mu\text{m})$	$2w1(\mu\text{m})$
360	375	0.521	19.15	360	67.7
720	500	0.347	9.85	720	135.3
1080	625	0.289	6.60	1080	203.0
1440	750	0.260	4.96	1440	270.7
1800	875	0.243	3.97	1800	338.3
2160	1000	0.231	3.31	2160	406.0
2520	1125	0.223	2.84	2520	473.6



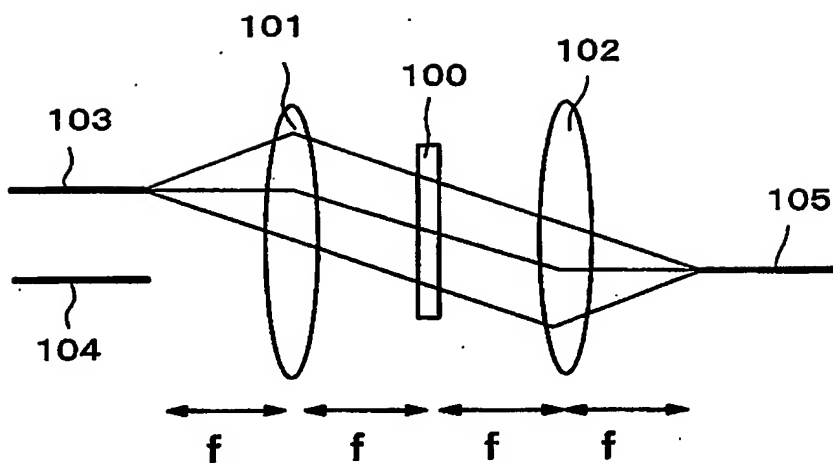
【図10】



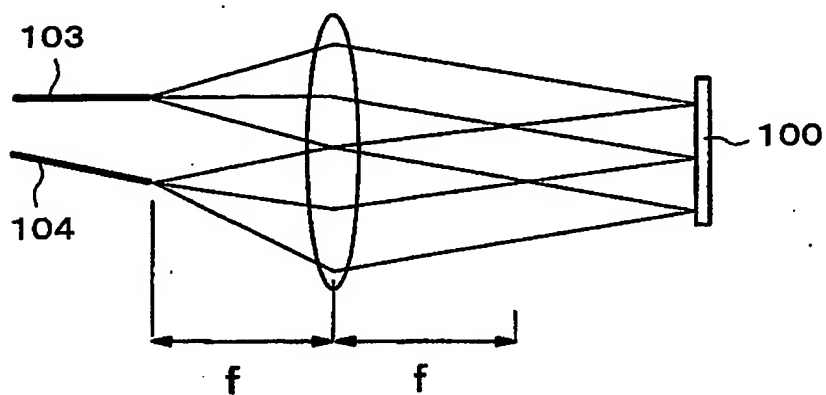
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【課題】 光学要素間の距離の設定の自由度が大きく、高度な調芯技術が不要な光デバイス（ユニット）を提供する。

【解決手段】 第1及び第2の光ファイバ1、2の光軸間距離 L_1 は第1及び第2のレンズ3、4の光軸中心間距離 L_2 より大きく、且つ第1の光ファイバ1の光出射端と第1のレンズ3の光軸中心と反射型素子5の反射点は一直線状になり、また反射型素子5の反射点と第2のレンズ4の光軸中心と第2の光ファイバ2の入射端も一直線状になっている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004008]

1. 変更年月日 2000年12月14日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

氏 名 日本板硝子株式会社